Vergleich der Hörermüdung beim Carhart-Test und im Békésy-Audiogramm bei Tumoren im Bereich der Zentralen Hörbahn und bei Nicht-Tumor-bedingten Schallempfindungsstörungen

Dissertation

von

Andrea v. Boutteville

Diss. Düsseldorf 1952

UNIV.
LIBRARY
KIEL

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536505_0063

Aus dem Forschungslabor für Medizinische Akustik
der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik
(Direktor: Prof. Dr. K.H. Vosteen)

Vergleich der Hörermüdung beim Carhart-Test und im Békésy-Audiogramm bei Tumoren im Bereich der Zentralen Hörbahn und bei Nicht-Tumor-bedingten Schallempfindungsstörungen

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Andrea v. Boutteville

1982

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf
gez.:
Prof. Dr. Arnold

Referent
gez.: Prof. Dr. G. Esser

Korreferent
gez.: Prof. Dr. H. Noth

Gliederung

1. Einleitung
2. Anatomische Grundlagen
   2.1. Zentrale Hörbahn
   2.2. Innenohr
   2.3. Blutgefäßversorgung
3. Physiologische und pathologische Ermüdbarkeit
   3.1. Adaptation
   3.2. Ermüdung
   3.3. Recruitment
   3.4. Messung der Ermüdung
      3.4.1. Carhart- Test
      3.4.2. Békésy- Audiogramm
      3.4.3. Klassifizierung der Hörkurven
         3.4.3.1. Typ I
         3.4.3.2. Typ II
         3.4.3.3. Typ III
         3.4.3.4. Typ IV
      3.4.4. Interpretationen der verschiedenen Hörkurven
         3.4.4.1. Typ I
         3.4.4.2. Typ II
         3.4.4.3. Typ III
         3.4.4.4. Typ IV
4. Schallempfindungsschwerhörigkeit
   4.1. Innenohrschwerhörigkeit
      4.1.1. Hörsturz
      4.1.2. Morbus Menière
      4.1.3. Sonstige Störungen des Innenohrs
   4.2. Zentrale Hörstörungen
      4.2.1. Tumoren im Bereich der Zentralen Hörbahn

4.2.2. Sonstige Störungen
4.2.3. Kombinierte Störungen
5. Bisherige Erfahrungen aus Ermüdungsmessungen an Patienten
5.1. Auftreten verschiedener Hörkurventypen bei Tumoren
5.2. Lehnhardts Beobachtung zur Beziehung zwischen Carhart- und Békésy- Test
5.3. Untersuchung von Sanders
5.3.1. Untersuchungsergebnis von Sanders
5.3.2. Diskussion der Untersuchung
5.4. Beobachtungen an den Zackenamplituden im Békésy-Audiogramm
5.4.1. Frage nach der diagnostischen Aussage
5.4.2. Verschiedene Untersuchungsergebnisse
5.4.3. Was bisher feststeht
6. Eigene Untersuchungen
6.1. Untersuchungsansatz
6.2. Gruppe der Tumorpatienten
6.3. Gruppe der Nicht- Tumorpatienten
6.4. Darstellung der Carhart- und Békésy- Werte
6.5. Betrachtung der Darstellung
6.5.1. Berechnung der Verteilungen der Ermüdungswerte
6.6. Weitere Auswertungen aus den Ermüdungswerten
6.6.1. bei Tumorpatienten
6.6.2. bei Nicht- Tumorpatienten
6.6.3. Vergleich der Auswertungen
6.7. Darstellung der Zackenamplituden bei verschiedenen Prüftonfrequenzen
6.8. Betrachtung der Darstellung
7. Schlußfolgerungen
8. Weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen
9. Zusammenfassung
10. Literaturverzeichnis
11. Anhang
12. Lebenslauf

Einleitung

Hörstörungen,die durch Tumoren hervorgerufen werden,unterscheiden sich in ihrem subjektiven Erscheinungsbild nicht von Hörstörungen,die durch Minderdurchblutung,Virusinfektionen usw. entstehen.Wegen der unterschiedlichen Therapieansätze (Tumoren operativ, Durchblutungsstörungen medikamentös usw.) ist die Differenzierung entscheidend wichtig. Diese Differenzierung ist nicht rein audiologisch möglich, sondern nur mit Hilfe von neurologischer Untersuchung,Vestibulometrie,Röntgen- Schicht- Aufnahmen, Computertomographie und Kontrastmittelcisternographie.Audiologische Tests können aber zur Diagnose beitragen,insbesondere bei noch kleinen Tumoren.
Es ist üblich,eine ganze Testbatterie audiologischer Verfahren anzuwenden,dabei häufig zwei Ermüdungstests: den Carhart- Test und das Békésy- Audiogramm.
Ziel der Arbeit ist die Klärung folgender Fragen:

1. Sind die beiden Tests gegeneinander austauschbar, d.h. bringen sie immer die gleichen Ergebnisse?
2. Wenn Unterschiede da sind,liegen darin diagnostische Möglichkeiten?

Was ist nun unter der Ermüdung, die in den beiden Tests geprüft werden soll, zu verstehen?
In welchen anatomischen Substraten spielt sie sich ab?

2. Anatomische Grundlagen

2.1. Die Zentrale Hörbahn

Die Ermüdung kann in den neuronalen Leitungsbahnen auftreten, welche vom Innenohr zur Hörrinde ziehen. Aus dem folgenden Halbschema (Bild 1) ist zu ersehen, über welche Zwischenstationen die Schallempfindung zur Hörrinde geleitet wird. In Bild 2 ist die Hörbahn noch einmal wesentlich vereinfacht dargestellt.

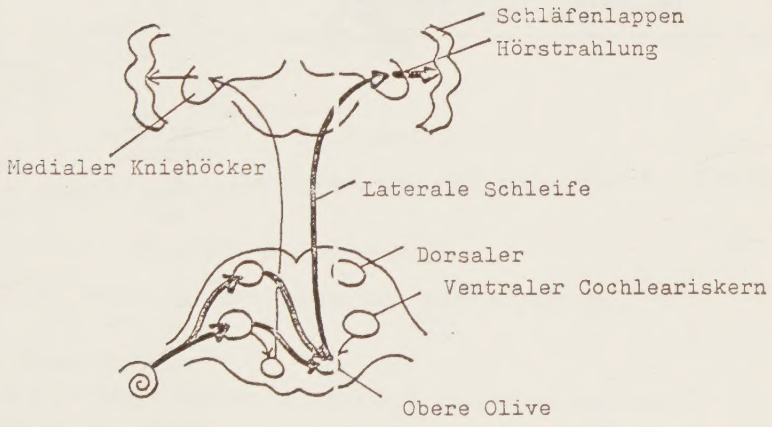

Bild 1 : Halbschematische Darstellung der Zentralen Hörbahn nach BOENNINGHAUS [1]

UNIV. LEIDEN MED.

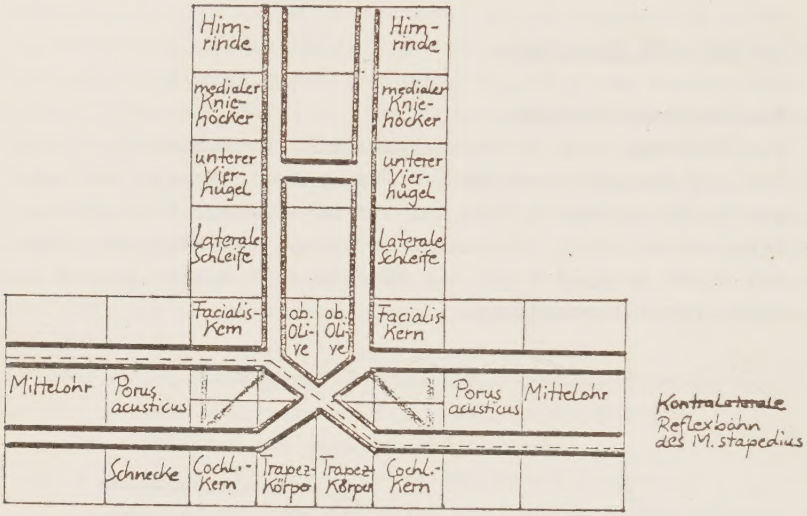

Bild 2 : Schematische Darstellung der Zentralen Hörbahn

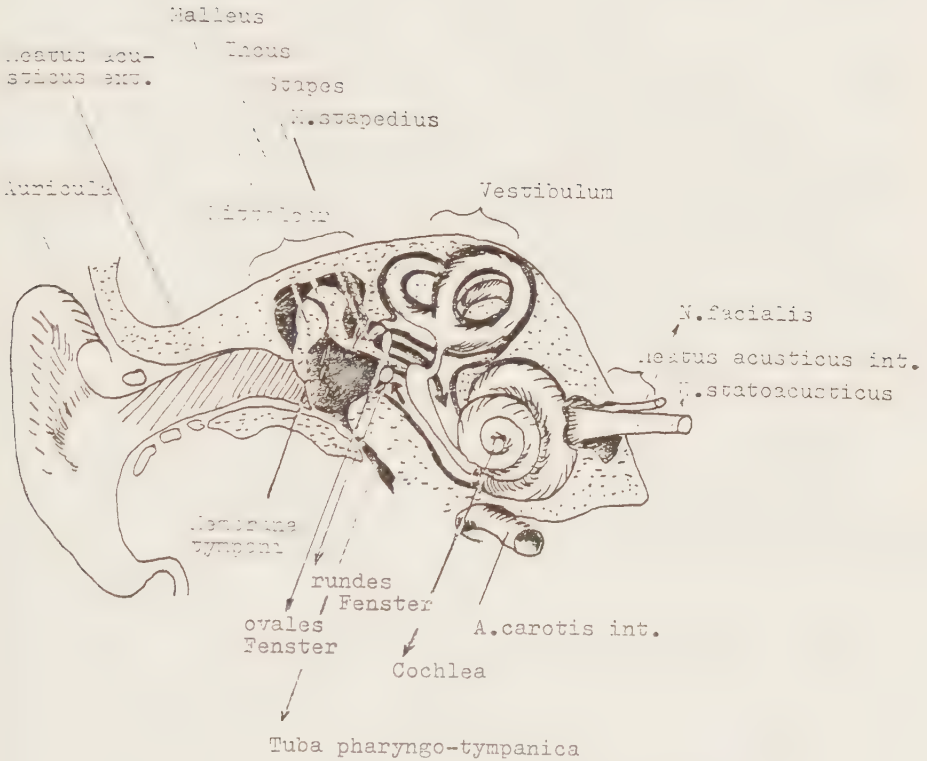

Bild 3 : Übersicht des Hörorgans, nach KEIDEL [9]

2.2. Das Innenohr

Um die in den nächsten Abschnitten folgenden Erläuterungen zu untermauern, sei hier noch eine kurze Darstellung des gesamten Hörorgans gegeben.

Das Hörorgan (Bild 3) besteht aus dem äußeren Ohr (Ohrmuschel und Gehörgang), Mittelohr und Innenohr. Das Mittelohr fungiert als Schalleitungsorgan, während das Innenohr neben dem Gleichgewichtsorgan, dem Vestibularapparat, das Schallempfindungsorgan beherbergt.

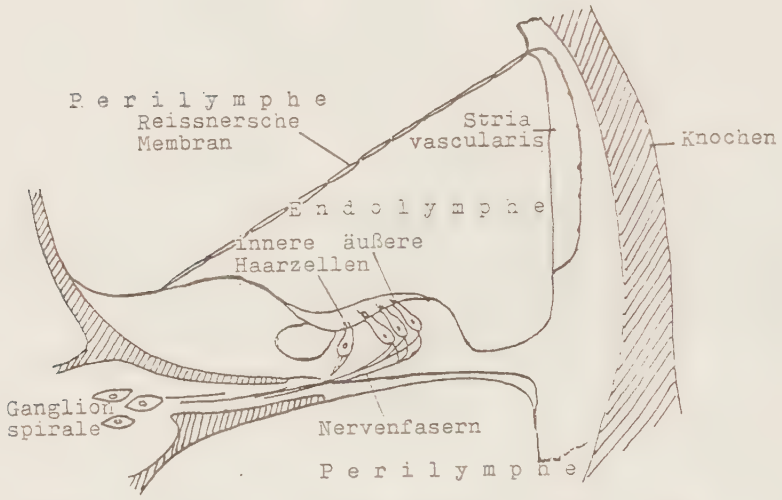

Bild 5 : Schnitt durch das Cortische Organ, nach BOENNINGHAUS (1)

Das Schallperceptionsorgan ist die Cochlea, die Schnecke, in welcher die Hörsinneszellen des Cortischen Organs liegen (Bild 4 und 5).In der einzelnen Sinneszelle (= Haarzelle) spielen sich biochemische Vorgänge ab, die Ermüdungserscheinungen hervorbringen können. Physiologisch werden in ihr die Reize, die sie durch die Schallwellen empfängt, in nervöse Erregungen umgewandelt.

2.3. Die Blutgefäßversorgung

Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, daß die Funktion von Innenohr und Leitungsbahnen auch von der Blutversorgung abhängt.

Das direkt zuführende Gefäß ist die Labyrintharterie (A. auditiva interna), die aus der A. cerebellaris anterior inferior gespeist wird. Diese wiederum entspringt der A. basilaris, die sich aus den beiden Vertebralarterien formiert. In jedem Abschnitt des Blutweges gibt es hinsichtlich Verlauf und Anastomosierung Varianten; insbesondere die Labyrintharterie kann sehr unterschiedlich verlaufen, auch in doppelter Anlage. Deshalb sind die Ausfallserscheinungen bei Verschluß dieses Gefäßes (z.B. durch Tumordruck, Thrombosen) unterschiedlich. Der weitere Verlauf der Labyrintharterie im Innenohr mit ihren Verzweigungen ist Bild 6 zu entnehmen.

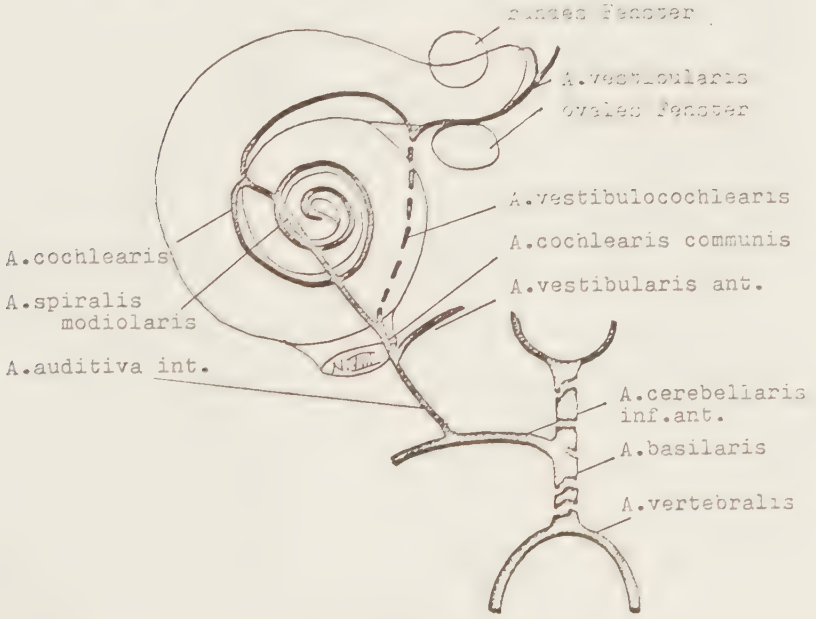

Bild 6 : Schematische Darstellung der arteriellen Blutgefäßversorgung des Innenohres, nach MAASS [12]

3. Physiologische und pathologische Ermüdbarkeit

Bei langdauernder Gabe akustischer Reize nehmen die evozierten Hirnrindenpotentiale - hier in Form der subjektiv wahrgenommenen Schwellenlautstärken gemessen - ab. Dabei sind Vorgänge der Adaptation und Ermüdung ursächlich beteiligt. Die letzteren Begriffe werden bei LEHNHARDT [1o] folgendermaßen erläutert:

A d a p t a t i o n und E r m ü d u n g sind beide Reaktionen auf " laut" .Sie zeigen sich darin,daß die Hörschwelle, während ein Reizton länger andauert, nach unten abwandert.

3.1. Die A d a p t a t i o n entsteht in der Sinneszelle oder ihrem Übergang auf die Nervenfaser sowie an sämtlichen Synapsen der Leitungsbahn, und zwar durch biochemische Vorgänge unter Beteiligung von Acetylcholin. Die Hörschwelle sinkt im Unterschied zur Ermüdung nur bis zu einem Sättigungswert ab und ist sofort reversibel.Bei pathologischer Adaptation verringert sich die Intensitätsunterschiedschwelle (positives Recruitment) und die Schwelle wandert um mehr als 1o dB ab. Als Ursache wurde ein Energiedefizit der Haarzelle ermittelt,das zu einer Umstellung des aeroben zum anaeroben Stoffwechsel führt,z.B. bei Sauerstoffmangel infolge mangelnder Durchblutung.Läsionen der Zentralen Hörbahn haben bisher zu keiner klinisch relevanten Zunahme der Adaptation geführt.

3.2. Bei der Ermüdung,die, wie schon erwähnt, in den neuronalen Leitungsbahnen lokalisiert ist, tritt der Schwellenschwund schnell ein und bleibt noch Minuten nach Absetzen des Dauertones erhalten (bei der Adaptation nur 1 bis 3 Sekunden). Der Schwellenschwund nimmt während der Reizdauer un-

begrenzt zu und erreicht keine Sättigung. Die Hörermüdung führt zu einer Vergrößerung der Intensitätsunterschiedschwelle, also einem negativen Recruitment, und zwar von Anfang an. (Das Recruitment wird in Abschnitt 3.3. erklärt). Eindeutig pathologisch ist ein Schwellenschwund von mehr als 25 dB, wobei als Ursache eine lokale Druckerhöhung im Bereich der neuronalen Bahnen durch Tumoren, Myelitiden (z.B. bei Multipler Sklerose) oder auch Sauerstoffmangel (z.B. bei Arteriosklerose) in Frage kommen.

3.3. Das Recruitment

Im Cortischen Organ gibt es die inneren und äußeren Haarzellen. Die Hörschwelle der äußeren Haarzellen ist niedriger als die der inneren,d.h. sie sprechen auf leisere Töne an und werden auch leichter und häufiger geschädigt. Die inneren Haarzellen treten erst bei größerer Lautstärke in Tätigkeit und sind widerstandsfähiger. Daher werden bei Innenohrschwerhörigkeiten, bei denen ja zunächst die äußeren Haarzellen geschädigt sind, leise Töne nicht gehört, laute jedoch oft ebenso laut empfunden wie bei Normalhörigen. Diese Erscheinung nennt man Recruitment. Hierbei ist auch die Intenistätsunterschiedschwelle, d.h. der geringste Abstand von zwei Lautstärken, die man noch getrennt wahrnehmen kann, im lauten Bereich ebenso klein wie bei Normalhörigen.
Ein Recruitment tritt also bei Ausfall der äußeren und erhaltener Funktion der inneren Haarzellen auf. Bei neuraler Schwerhörigkeit sind innere und äußere Haarzellen in Funktion, ein Recruitment tritt nicht auf.

3.4. Die Messung der Ermüdung

Die Messung der Ermüdung und natürlich der Adaptation erfolgt im Carhart- Test und im Békésy- Audiogramm.

3.4.1. Der C a r h a r t - T e s t wurde von Carhart 1957 als der sogenannte Threshold-tone-decay-test (zu deutsch: Schwellenschwundtest) entwickelt.

Er ist mit dem üblichen Audiometer durchzuführen. Der Patient wird aufgefordert, mit einem Knopfdruck anzuzeigen, bei welcher Lautstärke er einen gegebenen Prüfton vernimmt. Er drückt dabei den Knopf so lange, wie er den Ton hört. Hört er den Ton nach weniger als einer Minute nicht mehr, d.h. ist sein Gehör ermüdet, steigert der Untersucher die Intensität des Tones, und zwar so oft, jeweils um 5 dB, bis der Patient den Ton eine volle Minute lang hört (siehe Schema in Bild 7). Der Untersucher zeichnet den Hörverlust in das Tonschwellenaudiogramm ein (Bild 8). Wird ein um 5 dB über der Schwelle liegender Prüfton weit über eine Minute hinaus gehört, ist das Gehör normal oder peripher geschädigt.

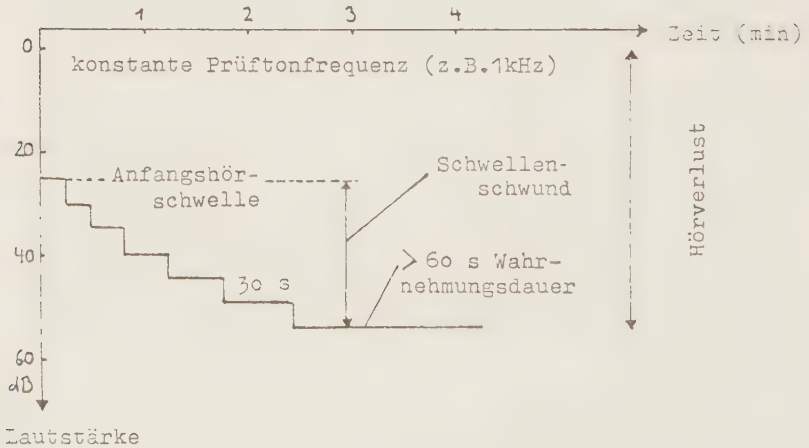

Bild 7 : Schwellenschwundtest nach Carhart, schematisch.

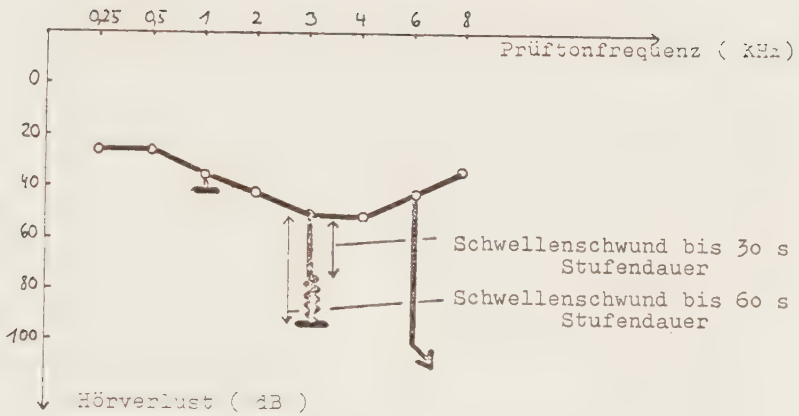

Bild 8 : Tonschwellenaudiogramm mit Schwellenschwund im Carhart- Test

1 Ton verschwindet innerhalb von 3o Sekunden

2 Ton verschwindet innerhalb von 6o Sekunden

3 Ton verschwindet bis jenseits des Verstärkungsbereichs

3.4.2. Das B é k é s y - A u d i o g r a m m wurde 1947 von Georg v. Békésy eingeführt und seitdem noch weiter entwickelt [8]. Es ist ebenfalls mit dem Audiometer zu erstellen, sofern es über einen Motorantrieb für die dB-Steller und eine automatische Schreibeinrichtung verfügt. Dabei kann der zu Untersuchende den motorangetriebenen und natürlich schallisolierten Lautstärkeregler selbst steuern. Bei Druck auf eine Taste - als Signal, daß er den Prüfton hört - wird die Intensität des Tons automatisch vermindert; bei Loslassen der Taste - wenn er den Ton nicht mehr hört - nimmt die Intensität allmählich wieder zu. Bei korrekter Durchführung*) schwankt der Pegel der Lautstärke also zwischen einer gerade noch hörbaren und einer gerade nicht mehr hörbaren Intensität des Prüftones. Auf einem Formular werden zugleich mit Hilfe eines Pegelschreibers in der Ordinate die Lautstärke, in der Abszisse die Frequenz der Tastendrucke notiert. Es entsteht eine Zackenlinie mit einer gewissen Zackenamplitude und eventuell einem gewissen Schwellenabfall (vergleiche Bild 10).

*) Von der korrekten Durchführung hängt die Verläßlichkeit des Békésy- Tests ab. Sie leidet,

wenn der Patient nicht in angemessener Weise instruiert wurde,

wenn die Prüftöne von Umgeräuschen überlagert werden,

wenn der Patient langsam reagiert,

wenn er durch andere Dinge abgelenkt wird,

wenn er versucht, die Testergebnisse zu manipulieren.

Meistens fallen die Störungen auf, weil sie zu atypischen Ergebnissen führen.

3.4.2.1. Der Test wird bei verschiedenen Prüftonfrequenzen durchgeführt, wobei es einmal die Möglichkeit gibt, die Frequenz automatisch und kontinuierlich gleiten zu lassen, und die Schwellenschreibung ist eine Funktion von Zeit und Frequenz,

3.4.2.2. oder man führt den Test mit verschiedenen konstanten Frequenzen durch, z.B. bei 1, 3 und 6 kHz , und die Schwellenaufzeichnung ist ausschließlich von der Zeit abhängig. Da bei der Ermüdung die Zeit der ausschlaggebende Faktor ist, hat sich der frequenzkonstante Test durchgesetzt. Jede Frequenz wird zwei Minuten lang gehalten, und zwar einmal als Impulston (Dauer 2oo msec, Verhältnis Impuls zu Pause 1 : 1)und einmal als Dauerton. Es entstehen zwei Hörkurven, die sich normalerweise überlagern, die aber bei Hörstörungen erheblich voneinander abweichen können.

3.4.3. Die Klassifizierung der Hörkurven

Das Bild der Hörkurven wird nach JERGER 196o [8] in vier verschiedene Typen klassifiziert, und zwar rein deskriptiv.

3.4.3.1. Typ I

Impuls- und Dauertonkurve verlaufen gemeinsam während der ganzen Testdauer, und zwar in horizontaler Ebene. Die Zackenamplitude beträgt durchschnittlich 1o dB, kann aber gelegentlich zwischen 3 und 2o dB schwanken (Bild 9).

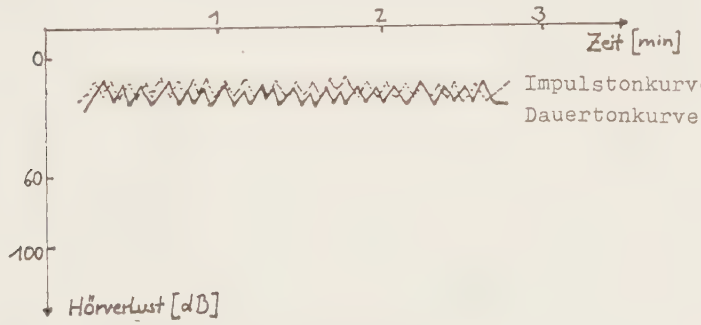

Bild 9 : Békésy-Audiogramm Typ I

3.4.3.2. Typ II

Die Dauertonkurve weicht von der Impulstonkurve ab und läuft annähernd parallel zu ihr auf einem niedrigeren Niveau bis zum Testende. Die Separation, d.h. der Abstand zwischen den beiden Kurven, beträgt höchstens 2o dB. Die Amplitude der Dauertonkurve verringert sich erheblich, und zwar auf 3 bis 5 dB (Bild 1o).

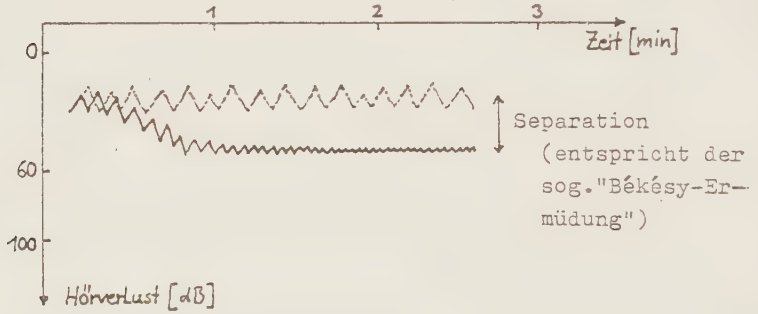

Bild 1o: Békésy-Audiogramm Typ II

3.4.3.3. Typ III

Die Dauertonkurve fällt im Verlauf des Tests drastisch ab. Sie trennt sich früh von der Impulstonkurve und erreicht bald die Grenze des Meßbereichs. Die Zackenamplitude ist dabei nicht vermindert. Die Impulstonkurve bleibt im gleichen Frequenzbereich horizontal, sinkt aber mit steigender Frequenz auf tiefere Ebenen ab(Bild 11).

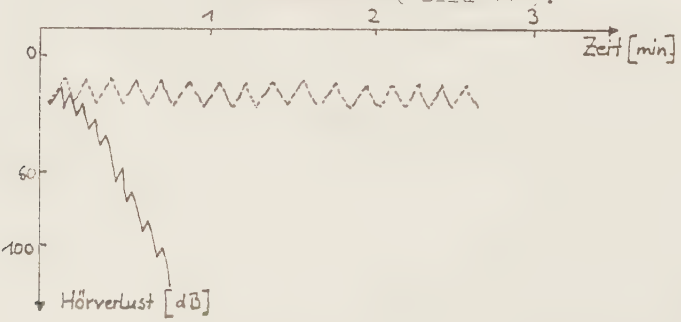

Bild 11: Békésy-Audiogramm Typ III

3.4.3.4. Typ IV

Impulston- und Dauertonkurve trennen sich voneinander und verlaufen im Abstand von 25 dB und mehr annähernd parallel. Die Amplituden der Kurven können unterschiedliche Größen annehmen (Bild 12).

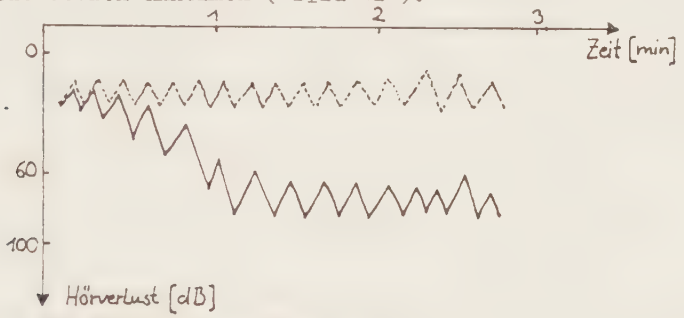

Bild 12: Békésy-Audiogramm Typ IV

Die ursprünglichen Definitionen von JERGER sind im Einzelnen etwas abgewandelt worden, haben sich aber so als zweckmäßiger erwiesen. Vorübergehend hatte es sogar noch einen Typ V gegeben, der inzwischen in Typ IV eingegangen ist.

3.4.4. Die Interpretationen der verschiedenen Hörkurven nach JERGER [8]

Die Begriffe zu den Krankheiten werden in Kap.4 erläutert.

3.4.4.1. T y p I ist charakteristisch für normales Gehör oder Läsionen des Mittelohrs,schließt aber Innenohrstörungen und zentrale Hörstörungen nicht aus.

3.4.4.2. T y p II ist aufgrund des starken Recruitments,das sich in den verkleinerten Zacken zeigt,charakteristisch für Innenohrstörungen.Er tritt in seltenen Fällen (in 2 von 68 [8]) auch bei Mittelohrschäden auf,häufig bei Tumoren,Morbus Menière und Durchblutungsstörungen verschiedener Art.

3.4.4.3. T y p III ist aufgrund der starken Ermüdung charakteristisch für zentrale Hörstörungen,insbesondere auch Akustikusneurinome.

3.4.4.4. T y p IV erscheint bei zentralen Hörstörungen,z.B. durch Multiple Sklerose,Mumps,Neuritis,Lues,Schädeltraumen usw.

Sicher kann man nur sagen,daß die unbegrenzte Separation neuralen Hörstörungen zuzuordnen ist,und die Amplitudenverkleinerung dem Innenohr.Die vielen Zwischenbefunde sind differentialdiagnostisch noch nicht zu verwenden (LEHNHARDT [10]).

Welche Krankheiten kommen nun differentialdiagnostisch in Frage?

4. Die Schallempfindungsschwerhörigkeit

4.1. Innenohrschwerhörigkeit

4.1.1. Hörsturz: plötzlich auftretende Schwerhörigkeit ohne Schwindel,bedingt durch Durchblutungsstörungen

infolge von Blutdruckänderungen,psychischer Belastung Halswirbelsäulenveränderungen,allergische und fokaltoxische Reaktionen usw.

4.1.2. Morbus Menière: plötzlich auftretende Schwerhörigkeit mit Schwindel und Übelkeit sowie einseitigen Ohrgeräuschen,bedingt durch Hydrops (Flüssigkeitseinlagerung)des häutigen Labyrinths infolge fehlerhafter Produktion und gestörter Resorption der Endolymphe im Saccus endolymphaticus,möglicherweise bei vasomotorischen Regulationsstörungen.Es erfolgt eine Intoxikation der nervösen Elemente durch Kalium.

4.1.3. Sonstige Störungen des Innenohrs:
durch akustische Überlastung mit folgender Degeneration der Haarzellen,[1)]
Sauerstoffmangel in der Cochlea z.B durch mangelnde Diffusion von Sauerstoff durch das Runde Fenster,[2)]
Altersdegeneration,
toxische Einwirkung durch Viren (Mumps,Meningitis)
Medikamente: Streptomycin
Kohlenmonoxyd,
pränatal durch Röteln der Mutter,
erblich bedingt,
und durch andere Ursachen

[1)] MAASS et al. stellten 1976 fest,daß bei Meerschweinchen hierdurch ein Hochtonverlust entsteht [12].
[2)] MAASS et al. erkannten 1973,daß in diesem Zusammenhang eine lärmbedingte Thrombozytenaggregation eine Rolle spielt.

4.2. Zentrale Hörstörungen

4.2.1. Tumoren im Bereich der Zentralen Hörbahn

Störungen im Bereich der Zentralen Hörbahn können unter anderem durch verschiedene Tumoren hervorgerufen werden, meistens durch Akustikusneurinome.

Nach NAGER [13] sind die Akustikusneurinome mit 8 bis 1o% die drittgrößte Gruppe der intrakraniellen Tumoren, hinter Gliomen und Meningeomen. Akustikusneurinome sind 71% (nach der Beobachtung von PLESTER et al. [15] 75%) der Tumoren im Kleinhirnbrückenwinkel, dem Raum, der von der Hinterwand der Pyramide, der Kleinhirnhemisphäre und der Brücke gebildet wird, und durch den der Nervus stato-acusticus verläuft. Meist treten sie im mittleren Lebensalter auf, bei Frauen doppelt so häufig wie bei Männern, selten bei Kindern. Im höheren Lebensalter sind sie ebenfalls selten diagnostiziert worden, nicht zuletzt deshalb, weil sie gerade dann lange symptomfrei bleiben. In 4% der Fälle treten die Neurinome doppelseitig auf, meist als Ausdruck der Neurofibromatose von Recklinghausen. Eine maligne Entartung der Neurinome wurde nicht beobachtet, aber sie führen durch ihre Raumausdehnung zu erheblichen Ausfallserscheinungen. Eine Spontanheilung ist nicht denkbar (PLESTER [15]). Akustikusneurinome nehmen gewöhnlich ihren Ausgang im Meatus acusticus internus (Bild 14) und folgen dem Weg des geringsten Widerstandes in den Kleinhirnbrückenwinkel, wo sie eine beträchtliche Größe erreichen können. Sie wachsen sehr langsam und können auch aufhören zu wachsen. OLIVECROMA [13] hat festgestellt, daß von 82 Tumoren, die nur teilweise reseziert werden konnten, 5o% in der Folge symptomfrei blieben.

Histologisch handelt es sich bei den sogenannten Neurinomen um Schwannome. Gelegentlich können sie degenerieren und sich in Cysten umwandeln, oder hyalin entarten. Auch die Blutgefäße können sich im Bereich des Tumors verändern, indem sie dilatieren, zahlreicher werden und thrombosieren.

Meningeome kommen im Kleinhirnbrückenwinkel zu 6,3% [13] vor, bzw. 10% [15]. Im jüngeren Lebensalter treten Epidermoide, Dermoide und Teratome auf. 5,9% bzw. 9% der Tumoren sind Gliome.

Zur Diagnostik der Tumoren: Hinweise geben folgende Untersuchungen:

1. Röntgenaufnahmen des Meatus acusticus internus in zwei Ebenen
2. Pyramidentomographie in zwei Ebenen
3. Scintigraphie (bei Tumoren ab 2 cm Durchmesser)
4. Arteriographie (bei Glioblastomen, gelegentlich auch bei Neurinomen)
5. Cisternographie (bei Verdrängungen im Ventrikelsystem)
6. Audiologische Untersuchungen einschließlich Ermüdungstests, Stapediusreflexprüfung und Vestibulometrie

Ausschließen läßt sich ein Tumor durch keine der Untersuchungen. Bei positiven Befunden kommen auch andere Raumforderungen in Frage.

4.2.2. Solche Raumforderungen können sein Abszesse, Granulome, Aneurysmen, Hämatome, cystische Arachnoiditis und Parasiten.

4.2.3. Kombinierte Störungen können toxisch bedingt sein oder auf mangelnder Durchblutung beruhen zusammen mit den oben genannten Raumforderungen.

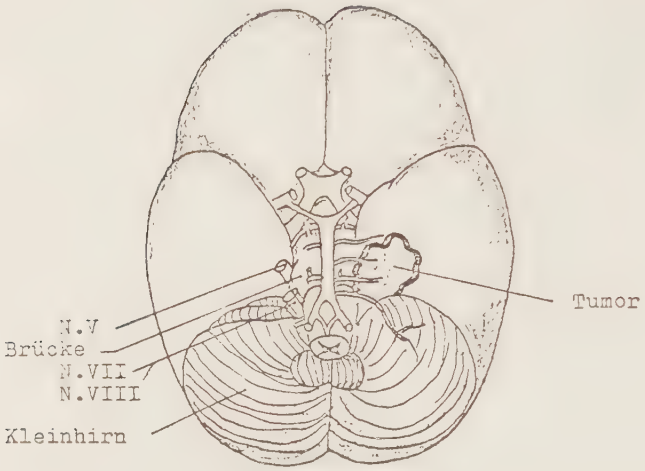

Bild 13 : Kleinhirnbrückenwinkeltumor, aus dem Porus acusticus int. herausgewachsen, nach NAGER [13]

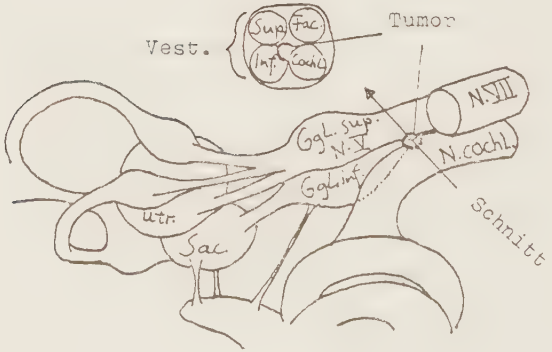

Bild 14 : Kleines, asymptomatisches Akustikusneurinom, nach NAGER [13]

5. Bisherige Erfahrungen aus Ermüdungsmessungen an Patienten

In den letzten Jahren sind schon viele Untersuchungen gemacht worden darüber, wie die einzelnen Krankheiten sich in den Ermüdungstesten äußern.

5.1. Das Auftreten verschiedener Hörkurventypen bei Tumoren

JOHNSON [8] untersuchte 1968 158 Patienten mit gesichertem Akustikusneurinom. Dabei zeigten
53 Patienten Typ II im Ermüdungstest nach Békésy,
59 Patienten Typ III und
38 Patienten Typ IV.

Wie kommt es, daß dieselbe Krankheit hier so unterschiedliche Hörkurven hervorbringt?

Eine Geschwulst kann durch Druck auf die Nervenfasern eine Separation der Dauertonkurve bewirken. Vergrößert sich die Geschwulst und degenerieren die zu den lädierten Fasern gehörenden Ganglienzellen, so erscheint die Separation klein, - nicht weil die Dauertonschwelle sich gebessert hat, sondern weil sich inzwischen die Impulstonkurve verschlechtert hat. Weiterhin gibt es Tumoren, die die Durchblutung des Ohres stören und damit auch die Funktion des Innenohres beeinflussen, und es gibt Tumoren, die selbst an den Nervenfasern sehr wenig Schaden anrichten.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist nun festzustellen, ob die Ermüdungstests nach Carhart und Békésy ähnliche Ergebnisse am gleichen Patienten zeigen, gleich zu welchem Hörkurventyp sie gehören.

5.2. LEHNHARDT [10] äußert zu dieser Frage Folgendes:

Carhart- und Békésy- Test stimmen in ihren Ergebnissen zumeist gut überein. Sobald der Schwellenschwund jedoch extreme Ausmaße erreicht, müssen Schwellenschwund und Separation im Békésy- Audiogramm nicht unbedingt korrelieren, weil der Tone- decay-Test eine anhaltende, wenn auch jeweils nur schwellenhafte Belastung bewirkt, während in der automatischen Audiometrie der Ton sofort wieder zurückgeregelt wird, sobald er gerade schwellenhaft erscheint.

5.3. Eine Untersuchung von SANDERS 1974 über den Zusammenhang zwischen Carhart- und Békésy- Test

1974 hat SANDERS [16] bei 75 Patienten den Zusammenhang zwischen Carhart- und Békésy- Testwerten untersucht, wobei die eine Gruppe(49 Patienten) an cochleären Hörstörungen erkrankt war, die andere (24 Patienten) an neuralen Hörstörungen. Die Einteilung wurde aufgrund der Symptome und der üblichen Untersuchungen einschließlich Carhart- und Békésy- Test erstellt. Sanders kam zu folgendem Ergebnis:

Test Results	Cochlear		Neural Ears	
	No	%	No	%
TDT excessive, Bék.III or IV	4	8	11	46
TDT normal or moderate Bék. I or II	39	80	7	29
TDT excessive, Bék. I or II	5	10	6	25
TDT normal or moderate Bék.III or IV	1	2	0	0

5.3.1. Bei den cochleären Hörstörungen stimmten beide Tests in 88% der Fälle überein, bei den neuralen Hörstörungen in 75% der Fälle. Die dritte Zeile der obigen Tabelle läßt schließen, daß der Carhart- Test eine Hörermüdung empfindlicher anzeigt als der Békésy- Test. So konnten in 11 Fällen Hörstörungen diagnostiziert werden - und zwar 5 mal Innenohrstörungen und 6 mal neurale Hörstörungen, die beim Békésy- Test allein übersehen worden wären.

SANDERS ging von der Erwartung aus, daß zumindest bei den Tumorpatienten ein Ermüdungstest deutlich pathologisch ausfiel, galt doch der Schwellenschwund als möglicher Nachweis eines Tumors. Nun waren die Patienten mit den neuralen Hörstörungen Tumorpatienten und dennoch fielen bei 29% beide Ermüdungstests negativ aus. Bei den Innenohrgestörten, die keinen Tumor hatten, fielen aber umgekehrt zu 8% beide Tests positiv aus.

Daraus schloß SANDERS, daß die Ermüdungstests erstens keinen Nachweis für einen Tumor erbringen können und zweitens bei tumorverdächtigen Patienten noch kritischer zu werten sind als bei Innenohrgestörten. Immer noch kann nur eine Summe von verschiedenen Untersuchungen den Verdacht auf einen Tumor bis zu einem gewissen Grad erhärten.

5.3.2. Diskussion der Untersuchung

Was dieses letzte Ergebnis von SANDERS' Untersuchung betrifft, so entspricht es durchaus der heute gültigen Ansicht(siehe Einleitung).

Das Vorhergehende ist aber aus zwei Gründen problematisch:

Zum ersten gibt es keine Berechtigung, neurale Hörstörungen (Symptome) mit Tumoren (Ursachen) gleichzusetzen und cochleäre Hörstörungen mit Nicht-Tumor. Tut Sanders es doch, so ist es nur deshalb richtig, weil er die Patienten bereits einem ausgewählten Kollektiv entnommen hat.

Es gibt aber Tumoren, die keine neuralen Hörstörungen hervorrufen und solche, bei denen cochleäre Hörstörungen die neuralen Hörstörungen überlagern.

Und es gibt neurale Hörstörungen, die nicht durch Tumoren hervorgerufen werden, sondern z.B. durch Durchblutungsstörungen u.a..

Zum zweiten beruht in dieser Untersuchung die Klasseneinteilung der neuralen und cochleären Hörstörungen zum Teil auf den Ermüdungstesten selber.

5.4. Beobachtungen an den Zackenamplituden im Békésy-Audiogramm

Auf die Zackenamplituden im Békésy-Audiogramm ist Sanders in dieser eben genannten Untersuchung nicht eingegangen. Dennoch ist die Frage interessant, welche diagnostische Aussage sie überhaupt und zur Ermüdung haben könnte.

5.4.1. Hat die Amplitude eine diagnostische Aussage?

Békésy[8] vermutete 1947, daß die Zackenamplitude das Recruitment anzeigt. Die Zackenamplitude gibt ja einen wahrnehmbaren Lautstärkeunterschied an, nämlich den von nicht-hörbar zu hörbar. Normalerweise wird das Recruitment 10 dB über der Hörschwelle geprüft, aber warum sollte es nicht auch im Grenzbereich möglich sein?

In der Tat waren kleine Zackenamplituden von mit üblichen Mitteln nachgewiesenem Recruitment begleitet.

5.4.2. Die Fragwürdigkeit der Aussage

Reger 1952 und Liden 1953 [8] zweifelten daran, daß dieser Zusammenhang auch quantitativ stimmt. Über den geforderten Amplitudenwert, der ein Recruitment signalisiert, gab es unterschiedliche Ansichten. Es stellte sich heraus, daß die Amplitude sehr von den Versuchsbedingungen abhängt, z.B. nimmt sie bei erhöhter Geschwindigkeit der Lautstärkezunahme zu, umgekehrt bei verminderter Geschwindigkeit ab. Nach einer Untersuchung von Landis 1958 [8] galt, daß die verkleinerte Zackenamplitude nicht als Maßstab für das Recruitment zu verwenden ist, ja nicht einmal grundsätzlich davon es ausgelöst wird.

1962 äußerten Harbert und Young, 1966 Suzuki und Kubota [8] die Vermutung, daß nicht in erster Linie das Recruitment, also ein Ausfall der äußeren Haarzellen kleine Amplituden bewirkt, sondern eine besonders schnelle Adaptation, d.h. eine Läsion der Dendriten oder der Synapsen zwischen Haarzelle und Dendrit.

Bewiesen ist allerdings noch nichts. Es ist auch nicht gelungen, normale und pathologische Amplitudenwerte zu quantifizieren.

5.4.3. Was bisher feststeht

JERGER [8] fand 1958, daß bei Innenohrstörungen der Dauerton gegenüber dem Impulston um durchschnittlich 8 dB verkleinerte Amplituden erzeugt.

LUNDBERG [8] stellte 1952 in einer Untersuchung an 5o Normalhörigen, 51 Innenohrgestörten und 21 Zentralgehörgestörten fest, daß von den Innenohrgestörten die Mehrzahl Amplituden von 2 bis 3 dB aufwies, von den Zentralgehörgestörten ein hoher Anteil Amplituden von durchschnittlich 6 bis 9 dB mit extremen Schwankungen von 5 bis 2o dB.

LUNDBERG behauptet infolgedessen: Bei zentralen Hörstörungen gibt es kein Recruitment. -Und er meint dabei mit Recruitment verkleinerte Zackenamplituden (kleiner als 5 dB).

JERGER et al. 1959 [8] dagegen behaupten: Eine Schwellenadaptation - gemeint sind ebenfalls verkleinerte Amplituden - kommt bei Schäden der Zentralen Hörbahn durchaus vor.

Es gibt also zwei sich widersprechende Ansichten über die Zackenamplitude bei Schäden im Bereich der Zentralen Hörbahn.

Welche davon trifft für das Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit zu?

Die Frage soll in Abschnitt 6.7. untersucht werden.

6. Eigene Untersuchungen

6.1. Untersuchungsansatz

Bei dem Untersuchungsansatz von SANDERS standen die Symptome im Vordergrund. Hier soll wegen der therapeutischen Konsequenz nur die Feststellung am Anfang stehen, welche Ursache vorliegt, Tumor oder kein Tumor. Die untersuchten Patienten werden unabhängig von den Symptomen einfach danach eingeteilt, ob ein Tumor nachgewiesen wurde oder- zumindest weitgehend- ausgeschlossen.

Für die Messungen in den Békésy- und Carhart- Tests wurde das Audiometer Phonak Audiomatik verwendet,das auf eine Lautstärkezunahme von 5 dB/ sec und eine Lautstärkeabnahme von 2o dB/ sec eingestellt war.

6.2. Die Gruppe der Tumorpatienten

Es konnte nicht die ganze Breite der Tumorpatienten erfaßt werden. Zunächst fielen alle Personen aus, denen keine Symptome aufgefallen und deshalb nicht in klinische Behandlung gekommen waren. Weiterhin gab es eine Reihe von Patienten, deren Gehör schon so stark geschädigt war, daß die audiologische Untersuchung keine brauchbaren Ergebnisse lieferte. Andere Patienten waren in einem so schlechten Allgemeinzustand, daß sie bei einer Untersuchung nicht konzentriert mitarbeiten konnten.
Befunde wurden erhoben von 3o Patienten mit nachgewiesenem Tumor im Alter zwischen 12 und 72 Jahren, und zwar v o r der Operation, sofern sie stattfand.
27 Tumoren waren durch Operation und histologische Untersuchung gesichert. In manchen Fällen ließ sich nicht klar der Typ des Tumors festlegen; die Diagnose hieß dann nach der Lokalisation "Kleinhirnbrückenwinkeltumor" oder "entdifferenzierter Tumor". In drei Fällen konnte man trotz nicht erfolgter Operation den Tumor als gesichert betrachten. Es handelt sich hierbei um massive Raumforderungen im Ventrikelbereich, die sich durch Kontrastmittelaussparungen in der Cisternographie zeigten und in zwei Fällen zu einem Hydrocephalus internus geführt hatten. Die Diagnosen der einzelnen Tumoren stehen in der Tabelle unter 6.6.1.(Seite 33).

6.3. Die Gruppe der Nicht- Tumorpatienten

Die Patienten der zweiten Gruppe(siehe Tabelle Seite 35), zwischen 14 und 7o Jahre alt, insgesamt 25 an der Zahl, hatten Hörstörungen unterschiedlicher Genese,z.B. Morbus

Menière, Durchblutungsstörungen usw.). Sie wurden über einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren beobachtet, ohne daß sich ihr Gehör noch weiter verschlechterte. Oft trat eher eine Besserung ein. Da bei einem Tumor selten ein Stillstand oder gar eine Remission eintritt, konnte er bei diesen Hörstörungen mit einigermaßen großer Sicherheit ausgeschlossen werden.

6.4. Darstellungen der Carhart- und Békésy- Werte

Die folgenden Darstellungen (Bild 15, 16 und 17) zeigen das Verhältnis der Ermüdungswerte im Carhart- Test (Abszisse) zu den Werten im Békésy- Test (Ordinate) jeweils bei Prüftonfrequenzen von 1kHz, 3kHz und 6kHz. Um die Abweichungen zwischen beiden Werten deutlicher hervortreten zu lassen, sind auf der Ordinate nicht die Békésy- Werte selbst, sondern nur die Beträge der Abweichungen derselben vom Carhart- Wert aufgetragen. Die Werte der Nicht- Tumorpatienten sind als Dreiecke gekennzeichnet und vertreten ohne unterschiedliche Kennzeichnung rechte und linke Ohren; es gibt also zwei Werte von jedem Patienten. Auch von den Tumorpatienten gibt es jeweils zwei Werte; dabei sind aber tumorbetroffene Ohren und kontralateral gelegene Ohren unterschiedlich gekennzeichnet (als gefüllte und leere Kreise) .

6.4.1. Betrachtung der Darstellungen

Zwei Dinge sind bemerkenswert:

Erstens gibt es bei allen drei Prüffrequenzen einen Bereich, in dem mehr Werte von Nicht- Tumorkranken vorkommen. Es ist der Bereich, in dem der Carhart- Wert keine Ermüdung zeigt, wohl aber der Békésy- Wert. - Daß es überhaupt einen solchen Bereich gibt, ist umso erstaunlicher, als der Carhart-Test als der empfindlichere Ermüdungstest angesehen wird. Zwar kommt es nicht häufig vor, daß der Békésy- Test größere Werte angibt als der Carhart- Test, aber wenn, dann wie gesagt eher noch bei den Nicht- Tumorpatienten.

Zweitens gibt es einen Bereich, in dem mehr Werte von tumor-

kranken Ohren vorkommen. Es ist der Bereich, in dem Békesy-Test u n d Carhart- Test extreme Werte ergeben. Es ist zwar zu berücksichtigen, daß in dieser Untersuchung Nicht- Tumorpatienten mit extrem schlechtem Gehör relativ selten vertreten sind, aber bei diesen wenigen läßt sich eben ein Zusammenhang zwischen Carhart- und Békésy- Wert noch weniger erkennen als bei Tumorpatienten.

6.5.1. Berechnung der Verteilungen der Ermüdungswerte

a = Anzahl der Werte
n = Summe von a
x = Abweichung des Békésy- vom Carhart- Wert in dB
$\bar{x}$ = durchschnittliche Abweichung aller Werte in dB im nicht-extremen Bereich, d.h. bei einer Carhart- Ermüdung von weniger als 4o dB
s = Standardabweichung in dB nach der Formel: $s = \frac{a(x-\bar{x})}{n-1}$

Berechnung für 1 kHz

bei Tumorpatienten		bei Nicht- Tumorpatienten	
a	x dB	a	x dB
		3	5
		2	2,5
6	o	18	o
2	-2,5	2	-2,5
3	-5	13	-5
6	-1o	6	-1o
1	-15	3	-15
		1	-2o
n = 18		n = 48	
$\bar{x}$ = - 5,3 dB		$\bar{x}$ = - 3,7 dB	
s = 4,9 dB		s = 5,6 dB	

Der Békésy- Wert ist durchschnittlich um 5,3 bzw. 3,7 dB kleiner als der Carhart- Wert.

Berechnung für 3 kHz

bei Tumorpatienten		bei Nicht- Tumorpatienten	
a	x dB	a	x dB
		2	1o
2	5	6	5
1	2,5	2	2,5
3	o	13	o
4	-5	13	-5
3	-1o	8	-1o
2	-15	4	-15
		1	-2o
1	-25	1	-25
2	-3o		
n = 18		n = 5o	
$\bar{x}$ = - 8,5 dB		$\bar{x}$ = - 4,o dB	
s = 1o,3 dB		s = 7,3 dB	

Der Békésy- Wert ist durchschnittlich um 8,5 bzw.4,o dB kleiner als der Garner- Wert.

Berechnung für 6 kHz

bei Tumorpatienten		bei Nicht- Tumorpatienten	
a	x dB	a	x dB
		1	2o
		3	1o
		1	7,5
2	5	7	5
2	o	6	o
		1	-2,5
1	-5	1o	-5
5	-1o	7	-1o
1	-15	3	-15
2	-2o	5	-2o
		1	-25
1	-35		
n = 14		n = 45	
$\bar{x}$ = - 9,6 dB		$\bar{x}$ = - 4,4 dB	
s = 1o,8 dB		s = 9,9 dB	

Der Békésy- Wert ist durchschnittlich um 9,6 bzw. 4,4 dB kleiner als der Carhart- Wert.

6.6. Weitere Auswertungen aus den Ermüdungswerten

Untersucht wird, wir oft der Carhart- Wert größer ist als der Békésy- Wert und wie oft der Carhart- Wert gleich oder kleiner ist. In den folgenden zwei Tabellen gilt:

1 =(Carhart ≦ Békésy)und(Békésy ist größer als 5 dB)[1]

2 =(Carhart > Békésy)oder(Carhart = Békésy = o bis 5 dB)

6.6.1. Tumorpatienten

				Frequenz homolateral			Frequenz kontralat.			Gesamtwertung[3] homol.	kontra
	Name	Alter	Diagnose[2]	1kHz	3kHz	6kHz	1kHz	3kHz	6kHz		
1.	D.A.	45	J. Ak.N.li	2	2	2	2	2	2	2	2
2.	C.A.	5o	J. Derm.C.	2	2	2	2	2	2	2	2
3.	A.A.	43	J. Ak.N.	2	2	2	2	2	2	2	2
4.	H.T.	51	J. entd.	2	2	2	2	2	2	2	2
5.	E.S.	32	J. Ak.N.re	2	2	1	2	2	2	1	2
6.	W.C.	48	J. Astroz.	2	2	2	2	2	2	2	2
7.	G.E.	56	J. Mening.re	2	2	2	2	2	2	2	2
8.	C.F.	2o	J. Men.rez.	2	2	2	2	2	2	2	2
9.	G.G.	72	J. Epiph.Gl.	2	2	-	1	2	2	2	1
1o.	K.G.	38	J. keine Op.	2	2	2	2	2	2	2	2
11.	R.H.	51	J. Ak.N.li	2	-	-	2	2	2	2	2
12.	L.H.	46	J. Ak.N.	-	-	-	1	2	2	-	1
13.	G.G.	32	J. Ak.N.li	2	2	-	1	2	2	2	1
14.	Z.H.	19	J. Mittelh.Tu	2	2	-	1	2	1	2	1
15.	J.H.	35	J. Ak.N.re	2	1	1	2	2	1	1	1
16.	R.J.	12	J. Ponsgl.re	-	1	-	-	1	-	1	1
17.	H.I.	66	J. keine Op.	-	-	-	2	2	1	-	1
18.	H.S.	48	J. entd.	2	2	2	2	2	2	2	2
19.	P.J.	31	J. Ak.N.re	-	-	-	2	2	1	-	1

[1] Siehe die Anmerkung dazu in Abschnitt 6.6.3.

[2] Erklärung der Abkürzungen siehe folgende Seite

[3] Hierbei gilt,ob in mindestens einer der drei Prüftonfrequenzen ein relativ kleiner Carhart- Wert vorkommt.

			homolateral			kontralat.			homol.	kontral.
			1kHz	3kHz	6kHz	1kHz	3kHz	6kHz		
2o.	E.K.	65 J. Gliobl.li	2	2	2	2	1	2	2	1
21.	E.K.	57 J. Vierh.Tu.	2	2	2	2	2	2	2	2
22.	E.K.	66 J. keine Op. entd.Tu.	2	2	-	2	1	2	2	1
23.	I.M.	12 J. Ponsgl.li	2	2	2	2	2	2	2	2
24.	E.I.	45 J. Ak.N.li	2	2	2	2	2	2	2	2
25.	B.L.	2o J. Ponsgl.re	-	2	-	-	1	2	2	1
26.	P.L.	73 J. Ak.N.li	2	-	-	2	2	2	2	2
27.	H.P.	34 J. Ak.N.li	2	-	-	2	2	2	2	2
28.	V.P.	38 J. Ak.N.re	2	1	2	2	2	1	1	1
29.	R.R.	46 J. Mening.re	2	2	2	2	2	2	2	2
3o.	H.R.	2o J. Ret.Sark.	2	2	2	2	2	2	2	2

Gliobl. = Glioblastom
Derm.C. = Dermoidcyste
Ak.N. = Akustikusneurinom
entd. = entdifferenziert
Ponsgl. = Ponsgliom
Astroz. = Astrozytom
Men.rez. = rezidivierendes Meningeom
Epiph.Gl. = Epiphysengliom
keine Op. = keine Operation
Mittelh.Tu= Mittelhirntumor
Vierh.Tu = Tumor in der Vierhügelregion
Ret.Sark. = Retikulosarkom

Bei den homolateralen Ohren (auf der Seite, wo der Tumor sitzt oder den größten Schaden anrichtet) stellt sich heraus:

Carh.≦ Bék. 4 von 27 (in mindestens einer der 3 Frequenzen)
Carh.> Bék. 23 von 27 (in allen drei Frequenzen)

Kontralateral:

Carh.≦ Bék. 11 von 3o
Carh.> Bék. 19 von 3o

6.6.2. Nicht- Tumorpatienten

	Name	Alter *)	Frequenz rechts 1kHz	3kHz	6kHz	Frequenz links 1kHz	3kHz	6kHz	Gesamtwertung rechts	links
1.	W.B.	31 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
2.	H.B.	41 J.	1	1	1	2	2	1	1	1
3.	K.B.	55 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
4.	P.D.	59 J.	1	2	2	2	1	2	1	1
5.	J.D.	7o J.	2	2	2	2	2	2	2	2
6.	M.G.	32 J.	1	2	2	2	2	2	1	2
7.	M.G.	39 J.	2	1	1	2	2	2	1	2
8.	A.H.	45 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
9.	J.J.	46 J.	1	1	2	2	2	2	1	2
1o.	J.K.	48 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
11.	M.K.	39 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
12.	J.K.	59 J.	1	1	2	1	2	1	1	1
13.	W.M.	56 J.	2	2	1	1	2	1	1	1
14.	C.N.	41 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
15.	B.H.	39 J.	2	2	2	2	1	2	2	1
16.	I.O.	14 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
17.	B.P.	21 J.	2	2	2	2	2	1	2	1
18.	N.L.	66 J.	2	2	2	2	2	1	2	1
9.	L.P.	57 J.	2	2	2	2	2	2	2	2
2o.	O.R.	51 J.	2	1	2	2	2	2	1	2
21.	F.S.	33 J.	1	2	2	2	2	-	1	2
22.	A.S.	4o J.	2	2	2	2	2	2	2	2
23.	U.T.	56 J.	2	2	-	2	2	2	2	2
24.	H.V.	56 J.	2	1	2	2	2	2	1	2
25.	O.W.	49 J.	2	2	1	2	1	2	1	1

Carh.≦ Bék.(≧ 5 dB)	11 von 25	9 von 25
Carh.≧ Bék.	14 von 25	16 von 25

*) Die Diagnosen sind hier nicht exakt definierbar und für diese Untersuchung auch nicht von Bedeutung.

6.6.3. Vergleich der Auswertungen

Zur Gruppeneinteilung 1 und 2 ist noch zu bemerken: Békésy- Werte von 5 dB mit gleichzeitigem Carhart- Wert von Null oder ebenfalls 5 dB kommen auch bei Hörgesunden vor. Deshalb zählen sie zur Gruppe 2, wo die unauffälligen oder in der üblichen Weise pathologisch veränderten Werte zusammengefaßt sind.

Bei den Tumorpatienten kommen die Werte in folgender Häufigkeit vor:

	Carh.≦Bék.(> 5dB)	Carh.> Bék.
homolateral	15 % (4 : 27)	85 % (23 : 27)
kontralateral	37 % (11 : 3o)	63 % (19 : 3o)

Bei den Nicht- Tumorpatienten kommen die Werte in folgender Häufigkeit vor:

	Carh.≦ Bék.(> 5dB)	Carh.> Bék.
rechts	44 % (11 : 25)	56 % (14 : 25)
links	36 % (9 : 25)	64 % (16 : 25)
insgesamt	4o % (19 : 5o)	6o % (31 : 5o)

6.6.3.1. Der Unterschied zwischen den beiden Kollektiven ist deutlich. Mehr als doppelt so häufig, nämlich bei 4o %, tritt in einer oder mehreren Frequenzen Carh.≦ Bék.(> 5 dB) bei Nicht- Tumorpatienten auf. Bei den Tumorpatienten sind es nur 15 % in den homolateralen Ohren.

6.6.3.2. Beiden Kollektiven gemeinsam ist dabei, daß der Fall Carh.≦ Bék. selten in allen drei gemessenen Frequenzen eintritt und auch nicht eine bestimmte Prüftonfrequenz bevorzugt, wie aus der Tabelle zu ersehen ist. Sind bei einem Patienten mehrere Untersuchungen gemacht worden (wobei hier nur jeweils eine in der Tabelle erscheint), tritt selbst da von Mal zu Mal Carh.≦ Bék. in unterschiedlichen Frequenzen auf.

6.6.3.3. Bei den Tumorpatienten spielt es offenbar keine Rolle, welcher Tumor vorliegt. In den wenigen Fällen, wo Carh.≦ Bék. war, lagen vor: entweder ein Akustikusneurinom, ein Astrocytom, ein Epiphysenglion oder ein Ponsglion.

6.7. Die folgenden Darstellungen zeigen die Amplituden (Lautstärkedifferenzen) der Békésy- Testkurve (Ordinate) aufgetragen gegen die Carhart- Ermüdung und gegen die Békésy- Ermüdung (Abszissen), jeweils bei 1, 3 und 6 kHz.

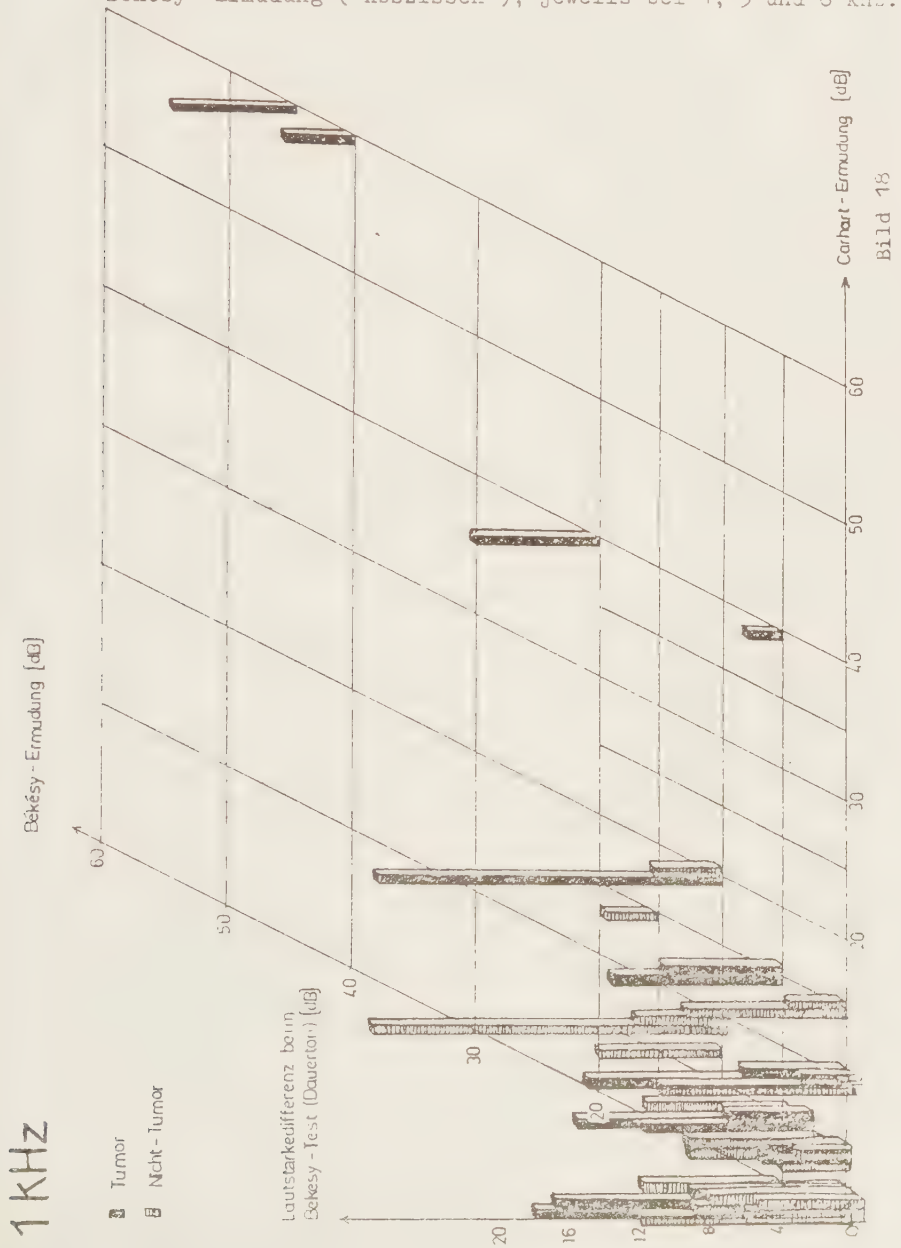

Bild 18

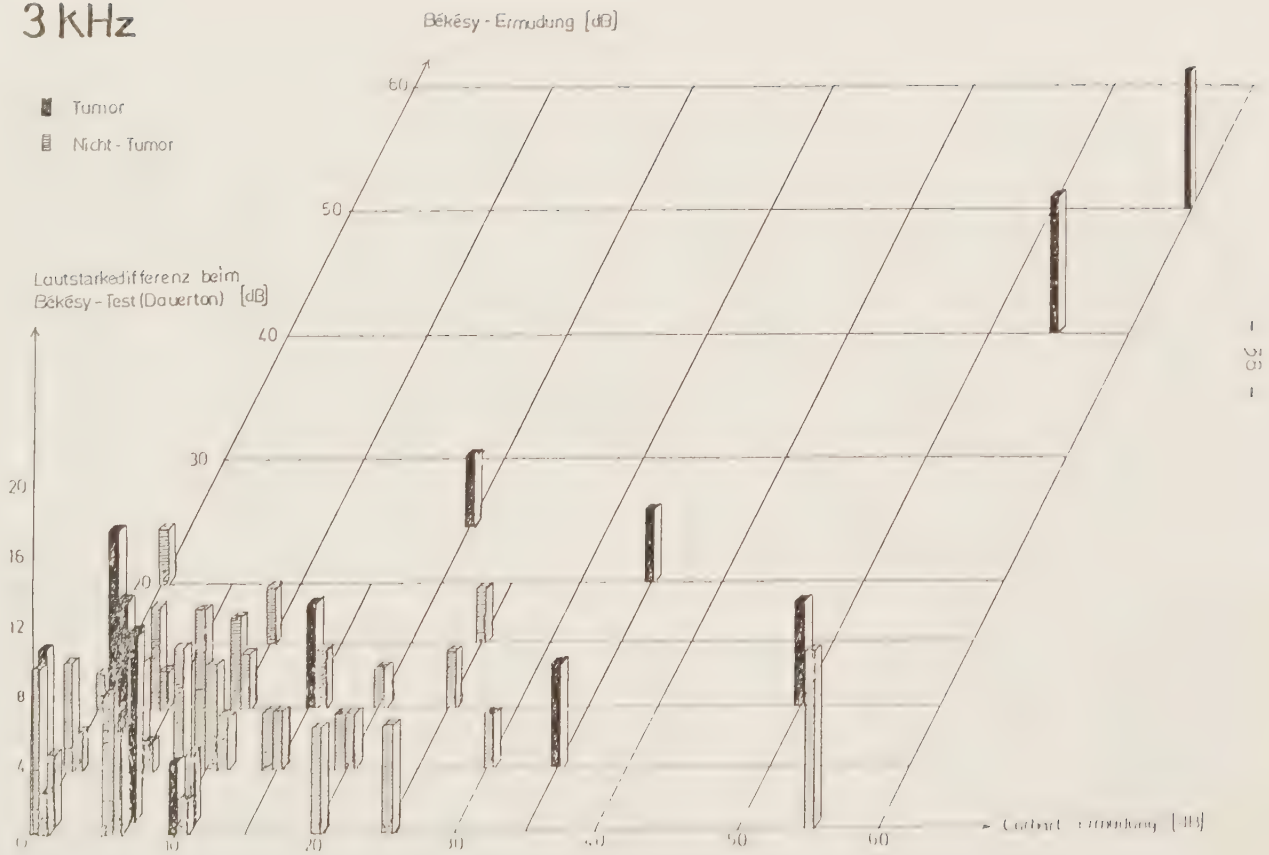
3 kHz
Békésy - Ermüdung [dB]
Tumor
Nicht - Tumor
Lautstärkedifferenz beim Békésy - Test (Dauerton) [dB]
60
50
40
30
20
16
12
8
4
0
10
20
30
40
50
60

Bild 19

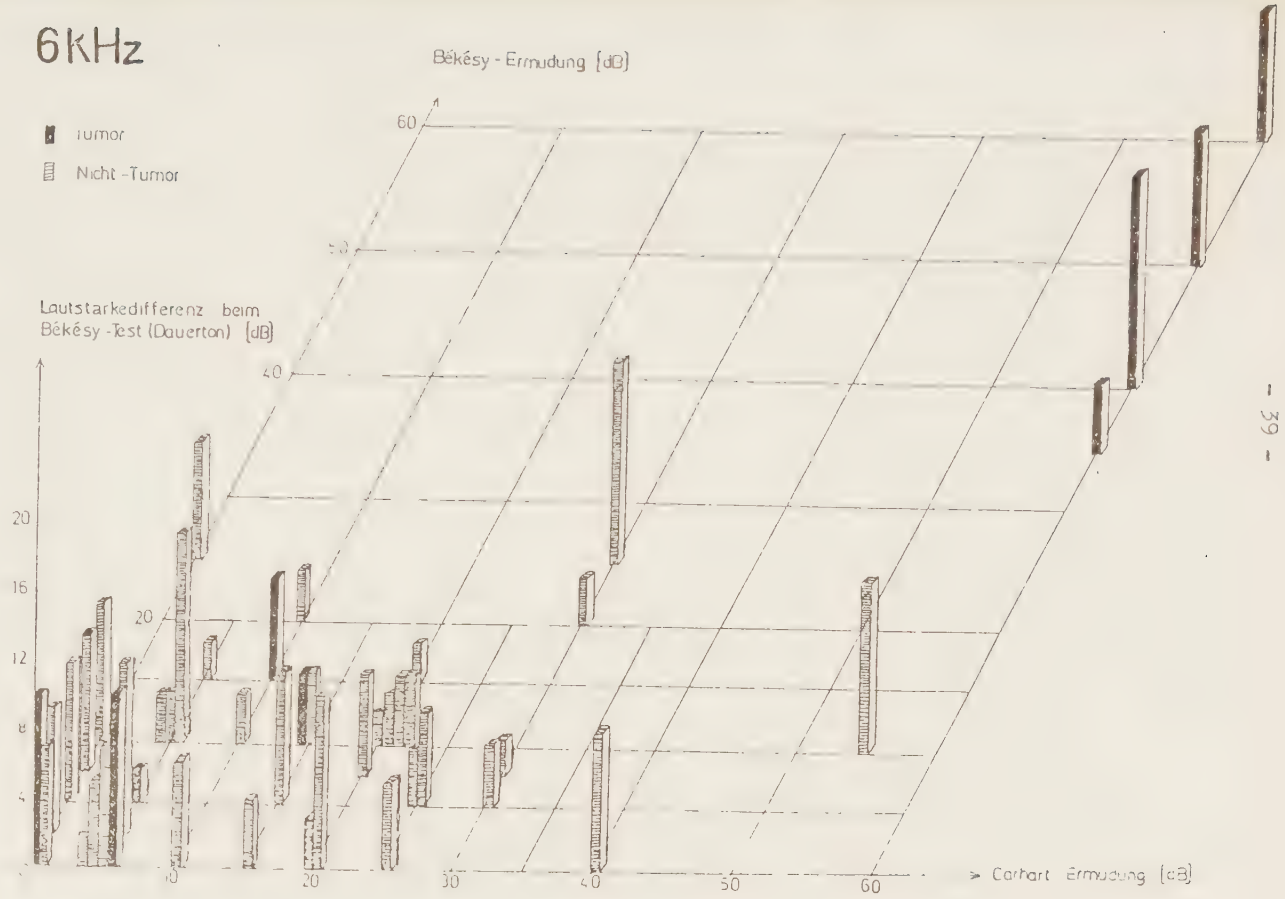
6KHz
Tumor
Nicht -Tumor
Békésy - Ermudung (dB)
Lautstarkedifferenz beim
Békésy -Test (Dauerton) (dB)
60
40
20
16
12
8
4
20
30
40
50
60
Carhart Ermudung (dB)

Bild 20

6.8. Betrachtung der Darstellungen

Aus der Darstellung der Lautstärkedifferenzen ersehen wir: Werte kleiner als 4 dB treten auf in folgender Häufigkeit:

homolateral	kHz	bei Tumor	bei Nicht- Tumor
bzw.rechts	1	1 : 17 (5,9%)	5 : 36 (13,9 %)
	3	o : 12 (o %)	16 : 37 (43,2 %)
	6	1 : 9 (11,1%)	14 : 37 (37,8 %)

(Aus der Darstellung nicht zu ersehen:)

kontralateral			
bzw.links	1	1 : 19 (5,2%)	7 : 37 (18,9 %)
	3	2 : 19 (1o,5%)	16 : 37 (43,2 %)
	6	4 : 19 (21,o%)	12 : 37 (32,4 %)

6.8.1. Kleine Lautstärkedifferenzen kommen bei Tumoren relativ selten vor, aber es gibt sie (Beantwortung der Frage in Abschnitt 5.-.3.).

6.8.2. Die Lautstärkedifferenzen betragen durchschnittlich 8 bis 9 dB, schwanken dabei zwischen 2 und 25 dB (5 bis 2o bei LUNDBERG).

6.8.3. Extrem hohe Amplituden treten offenbar unabhängig davon auf, wie groß die Carhart- Ermüdung ist. Zwischen Carhart- Ermüdung und Békésy- Amplitude fällt überhaupt kein Zusammenhang ins Auge.

7. Schlußfolgerungen

Am Beginn der Untersuchungen stand die Frage, ob Ermüdungstests nach Carhart und Békésy am gleichen Patienten ähnliche Ergebnisse zeigen, und zwar sowohl am Tumor- als auch am Nicht-Tumorpatienten.
Obwohl beide Tests auf dem gleichen Prinzip beruhen, nämlich durch einen Dauerton einen Schwellenschwund der wahrgenommenen Tonhöhe zu erzeugen, zeigt die Erfahrung, daß der Carhart-Test meist etwas größere Werte ergibt. Bei den hier untersuchten Nicht-Tumorpatienten ist der Schwellenschwund bei 1 kHz um 5,3 dB, bei 3 kHz um 8,5 dB und bei 6 kHz um 9,6 dB im Durchschnitt größer als im Békésy-Test. Bei den Tumorpatienten lagen die Abweichungen bei 3,7 ,4,o und 4,4 dB. Dabei gibt es eine gewisse Streuung der Einzelwerte, die sich mit der wechselnden Mitarbeit der Patienten erklären lassen könnte.
Auffallend ist, daß bei Nicht-Tumorpatienten mit geringer Carhart-Ermüdung (o — 1o dB) relativ größere Békésy-Werte vorkommen, was für Tumorpatienten fast nie der Fall ist, ferner, daß bei 4o % der Nicht-Tumorohren in einer der drei gemessenen Frequenzen größere Carhart- als Békésy-Werte auftreten gegenüber 15% der tumorgeschädigten Ohren. Dieser Unterschied wird selbst an ein und demselben Patienten zwischen tumorgeschädigtem und nicht-tumorgeschädigtem Ohr sichtbar.
Ein Vergleich der vorliegenden Untersuchung mit den Schwellenschwund-Untersuchungen von Sanders [16] ist nur bedingt möglich, weil Sanders Tumorläsionen mit neuralen Hörschäden gleichsetzt, während in der vorliegenden Untersuchung nur ein Teil der neuralen Läsionen durch einen nachgewiesenen Tumor zu begründen ist.
Die Ausgangsfrage ist bei beiden Untersuchungen die gleiche, nämlich: Wie verhalten sich Carhart- und Békésy-Test bei Tumoren? Aus beiden Untersuchungen geht hervor: Hohe Ermüdungswerte treten in beiden Tests bei Tumoren und auch bei Nicht-Tumoren auf.

Bei Sanders stimmen bei 2$ % der Tumoren und 12 % der Nicht-Tumoren Jarnart- und Békésy- Test nicht überein. In o,%, bzw. 2 % liegt der Jarhart- Wert erheblich niedriger als der Békésy- Wert. Es handelt sich hier allerdings um teilweise extreme Werte, während die gemäßigten Werte nicht näher untersucht worden sind.
Gemeinsam läßt sich aus beiden Untersuchungen schließen, daß Jarhart- und Békésy- Schwellenschwund häufig nicht übereinstimmen und kein Test den andren ersetzen kann.

Bei der Untersuchung zu den Amplituden der Lautstärkedifferenzen zwischen gerade noch und gerade schon wieder gehörtem Ton stand die Frage offen, ob diese eine diagnostische Relevanz haben. Nach der Erfahrung von LUNDBERG [8] sind die kleinen Amplituden von 2 bis 3 dB den Innenohrstörungen vorbehalten. Von den 3o hier untersuchten Tumorpatienten wiesen 2 Amplituden von kleiner als 4 dB auf.
In einem Fall wurde aufgrund von Adaptation und einseitig pathologischem Stapediusreflex eine Innenohrschwerhörigkeit diagnostiziert, die computertomographisch ein Kleinhirnbrückenwinkeltumor gefunden wurde (histologische Diagnose: Neurinom).
In anderen Fall wiesen Ermüdung und pathologische Stapediusreflexe auf eine zentrale Läsion hin, ein positives Recruitment lag nicht vor. Es handelte sich ebenfalls um ein Neurinom. - Hier zeigt sich, daß Tumoren an der Zentralen Hörbahn von Innenohrschäden begleitet sein können, deren Symptome entweder im Vordergrund stehen, oder aber von den zentralen Hörstörungen überlagert sind.
LUNDBERG hatte in seiner Untersuchung von 1952 keine verkleinerten Amplituden bei Zentralhörgestörten gefunden. Möglicherweise war das verwendete Audiometer mit einer anderen Lautstärkeannahmegeschwindigkeit ausgestattet als hier. Diese hat einen entscheidenden Einfluß auf das Testergebnis, weil die Patienten entsprechend lange Zeit haben zu reagieren.
Ein weiterer zu berücksichtigender Einwand ist, daß

LUNDBERGs Patientenkollektiv mit Zentralhörgestörten mit dem hiesigen Patientenkollektiv nicht ganz zu vergleichen ist,(dasselbe Problem wie im Vergleich mit SANDERs Untersuchung). Und es ist möglich, daß zufällig zwei solche Fälle wie in der hiesigen Untersuchung nicht vorgelegen haben.
Es hat sich gezeigt, daß auch verkleinerte Lautstärkedifferenzen Tumorläsionen im Bereich der Zentralen Hörbahn nicht ausschließen.

8. Weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen

Wie es bei den hiesigen Untersuchungen zu den kollektiven Unterschieden im Carhart- und Békésy- Vergleich kommt, bleibt eine offene Frage.
Zu berücksichtigen ist,daß die Kollektive sehr heterogen sind,daß den Tumorpatienten nur die Diagnose gemeinsam ist und den Nicht-Tumorpatienten ein gutartiger Verlauf der Hörstörung. Sicher wäre es vorteilhaft, die Kollektive nach dem Sitz der Läsion auszuwählen statt allein nach der Ursache, nur wäre gerade der hier untersuchte Ermüdungstest ein entscheidendes Kriterium für die Lokalisation gewesen. Zur Klärung der hier aufgeworfenen Frage ist allerdings eine genauere Lokalisation und Vereinheitlichung der Kollektive notwendig. Weiterhin wäre es sinnvoll, Nicht-Tumorpatienten mit progredient zunehmenden Hörstörungen mit zum Vergleich heranzuziehen, da gerade bei diesen sich die Frage nach einem Tumor stellt. Daß dies in der vorliegenden Arbeit nicht geschehen ist, liegt eben an der Schwierigkeit,ohne Operation den Tumor sicher auszuschließen. Eine aufwendige Methode wäre es, post mortem durch Autopsie den Tumor auszuschließen und die alten Testergebnisse dann auszuwerten.

Man könnte aber auch das Risiko in Kauf nehmen,daß ein nicht entdeckter Tumor im Nicht- Tumor-Kollektiv vorkommt. Wenn, - wie es hier erscheint- , die Testergebnisse der Tumorpatienten alle im Nicht- Tumor-Kollektiv aufgehen im Gegensatz zu umgekehrt, wäre eine Auswertung dennoch aufschlußreich.

9. Zusammenfassung

Ziel der Untersuchungen war es zu klären, inwieweit Carhart- und Békésy- Ermüdungstests übereinstimmen, und ob dieses bei Tumor- und Nicht- Tumorpatienten in gleicher Weise der Fall ist.
Weiterhin wurde das Verhältnis der Lautstärkedifferenzen zwischen noch und schon wieder gehörtem Prüfton bei beiden Patientengruppen untersucht.
Bei der Auswahl der Patienten war entscheidend, daß ein Tumor sicher nachzuweisen bzw. auszuschließen war, wobei die Art der Hörstörung keine Rolle spielte.
Es zeigte sich, daß der Carhart- Test größere Schwellenschwundwerte angibt als der Békésy- Test, je nach Frequenzbereich bis zu 9 dB im Durchschnitt.
Im Bereich der niedrigen Carhart- Werte kamen dabei Békésy- Werte vor, die relativ hoch lagen, und zwar fast ausschließlich bei Nicht- Tumorpatienten,
und es fiel auf, daß in 4o % der Nicht- Tumorohren in einer von drei gemessenen Frequenzen der Békésy- Wert höher als der Carhart- Wert lag, gegenüber 15 % der Tumorohren.
Bei den Untersuchungen der Lautstärkedifferenzen zeigte sich als Unterschied zwischen den untersuchten Kollektiven, daß bei Nicht- Tumorpatienten häufig sehr kleine Lautstärkedifferenzen auftraten (was zu erwarten war, denn es handelte sich oft um innenohrgestörte Patienten). Diese schließen aber einen Tumor an der Zentralen Hörbahn nicht aus, da sie auch bei bis zu 11,1 % der Tumorohren auftraten.

10. Literaturverzeichnis

(1) Boenninghaus, H.G.: Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Springer 1977

(2) Bordley, J.E.(Ed.): Early Diagnosis of Acoustic Neuromas - Round Table, Arch.Otolaryng. Vol.89, 302/7 (1969)

(3) Cawthorne, T.: Diagnosis of Acoustic Neuromas, Comments Arch. Otolaryng. Vol.89 (1969)

(4) Esser,G.,Ischebeck, W.,Hockauf, H.: Vergleich audiologischer und neurochirurgischer Befunde bei Hirntumoren Ztschr. für Hörgeräte- Akustik, sonderheft 1978

(5) Esser, G.,Ischebeck,W.,Hockauf, H.,Schunicht, R.: Audiologische Befunde bei Akustikusneurinomen, Kleinhirnbrückenwinkeltumoren und höher gelegenen Hirntumoren Laryng.,Rhin.,Otologie (Z) 58, 124/29 (1979)

(6) Johnson, E.W.: Audiologic Diagnosis of Acoustic Neuromas Arch. Otolaryng. Vol. 89 290/84 (1969)

(7) Kahle, W.: Taschenatlas der Anatomie Bd.3: Nervensystem und Sinnesorgane, Thieme 1976

(8) Katz, J.(Ed.): Handbook of Clinical Audiology, Baltimore 1972

(9) Keidel, W.D.(Ed.): Physiologie des Gehörs , Thieme 1975

(10) Lehnhardt, E.: Praktische Audiometrie, Thieme 1978

(11) Maddox, E.: Progressive Audiometric Changes in Acoustic Neuroma: Early Diagnosis, Laryng. 81, 705/15 (1971)

(12) Maass, B.: Tierexperimentelle Untersuchungen des sympathischen Einflusses auf die Innenohrfunktion Habil.Schrift Univ. Düsseldorf 1977

(13) Nager, G.T.: Acoustic Neuromas Arch. Otolaryng. Vol.84 252/79 (1969)

(14) Naunton, R.F., Petasnick, J.P.: Acoustic Neuromas With Normal Auditory Meatus, Arch. Otolaryng. Vol.91 437/43 (1970)

(15) Plester, D.,Wende, S.,Makayama, M.: Kleinhirnbrückenwinkeltumoren, Springer 1978

(16) Sanders, J.W., Josey, A.F., Glassock, M.E.: Audiologic Evaluation in Cochlear and Eighth Nerve Disorders Arch. Otolaryng. Vol.100 283/89 (1974)

Lebenslauf

25.-.53	geboren in Homberg/ Niederrhein als Tochter des Dr.Ing. Sigmund v. Boutteville und seiner Ehefrau Luise,geb. Bacmeister
1959 - 63	Besuch der Volksschule
1963 - 71	Besuch des Gymnasiums Theodor- Fliedner in Düsseldorf
1971 - 72	Ausbildung zur Krankenpflegehelferin am Evangelischen Krankenhaus in Düsseldorf
1972 - 73	Krankenpflegetätigkeit im Rinko- Hospital in Kawasaki/ Japan
1973 - 76	Studium der Agrarwissenschaften und Japanologie in Bonn
1976	Abschluß des Japanologie- Studiums und 6-monatige Krankenpflegetätigkeit im St.Johannes- Hospital in Bonn
1977 - 82	Medizinstudium in Düsseldorf

Nachwort

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof.Dr.J.Esser
für die Überlassung des Themas und die immer freundliche
und ermutigende Betreuung meiner Arbeit.
Dabei machte es mir große Freude,mit Patienten zu arbeiten
und relativ selbständig nach einem Ergebnis zu suchen.
Danken möchte ich auch den Mitarbeitern des audiologischen
Instituts,die mir bei der Durchführung der Untersuchungen
geholfen haben,sowie meinen lieben Eltern,die mir durch
ihre finanzielle Unterstützung die Arbeit ermöglicht haben